

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭЭС, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Зырянов В. М.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Фишов А. Г.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Русина А. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.2 способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
31. знать особенности нестандартных ситуаций и принятия в них решений
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
31. знать принципы управления и алгоритмы функционирования техническими объектами
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
33. знать методы анализа устойчивости систем
Компетенция ФГОС: ПК.12 способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
31. знать мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся режиму
32. знать процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем
у1. уметь рассчитывать и анализировать переходные процессы в ЭЭС
у2. определять параметры схемы и режима для расчета электромеханических переходных процессов
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
у1. уметь использовать испытательные установки, измерительные комплексы, средства обработки данных
Компетенция ФГОС: ПК.25 способность разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
у1. уметь разрабатывать планы и программы испытаний оборудования, устройств автоматики и релейной защиты на электродинамической модели НГТУ

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Переходные режимы электроэнергетических систем</i>	
ОПК.2.31 знать принципы управления и алгоритмы функционирования техническими объектами	
1.знать принципы управления и алгоритмы функционирования техническими объектами	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ОК.2.31 знать особенности нестандартных ситуаций и принятия в них решений	
2.знать особенности нестандартных ситуаций и принятия в них решений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь использовать испытательные установки, измерительные комплексы, средства обработки данных	
3.уметь использовать испытательные установки, измерительные комплексы, средства обработки данных	Лабораторные работы
ОПК.4.33 знать методы анализа устойчивости систем	
4. анализа статической и динамической устойчивости энергосистем	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.12.31 знать мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся режиму	

5.мероприятия по повышению статической устойчивости и средства противоаварийной автоматики для обеспечения динамической устойчивости энергосистем	Лекции; Лабораторные работы
ПК.12.32 знать процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем	
6.физическую основу процессов, протекающих в энергосистеме при возмущениях и представлять их последствия для её функционирования	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.12.y1 уметь рассчитывать и анализировать переходные процессы в ЭЭС	
7.расчёта и анализа переходных процессов в энергосистеме с применением современных программных средств	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.12.y2 определять параметры схемы и режима для расчета электромеханических переходных процессов	
8.подготовки информации о параметрах схемы замещения и режима энергосистемы для расчёта переходных электромеханических процессов в энергосистеме	Практические занятия
ПК.25.y1 уметь разрабатывать планы и программы испытаний оборудования, устройств автоматики и релейной защиты на электродинамической модели НГТУ	
9.уметь разрабатывать планы и программы испытаний оборудования, устройств автоматики и релейной защиты на электродинамической модели НГТУ	Практические занятия; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Устойчивость параллельной работы энергосистем. Методы анализа устойчивости.			
1. Методы анализа устойчивости электрических систем. Анализ устойчивости методом малых колебаний. Критерии статической устойчивости.	0	2	1, 2, 6, 7
2. Современные программные комплексы расчёта предельных режимов и электромеханических переходных процессов.	0	2	2, 6, 7
3. Анализ устойчивости методом фазовой плоскости.	0	2	6, 7
4. Численное интегрирование дифференциальных уравнений. Длительные переходные процессы в энергосистемах.	0	2	6, 7
Дидактическая единица: Управление режимами энергосистемы и системная автоматика			
5. Противоаварийная автоматика. Автоматика повторного включения.	0	2	2, 4, 5
6. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ).	0	2	2, 4, 5
7. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).	0	2	2, 4, 5
8. Автоматика предотвращения недопустимых изменений режимных параметров.	0	2	2, 4, 5
9. Автоматический ввод резервного питания (АВР). Факторы, влияющие на устойчивость.	0	2	2, 4, 5

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
-------------------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 2				
Дидактическая единица: Устойчивость параллельной работы энергосистем. Методы анализа устойчивости.				
1. Исследование статической устойчивости энергосистемы на физической модели	2	4	3, 6, 7	Выполнение опытов на физической модели с последующим анализом результатов
2. Исследование динамической устойчивости на физической модели.	2	4	1, 3, 6, 7	Выполнение опытов на физической модели с последующим анализом результатов.
Дидактическая единица: Управление режимами энергосистемы и системная автоматика				
3. Исследование на физической модели средств управления режимами и противоаварийной автоматики	2	4	2, 4, 5, 9	Выполнение опытов на физической модели с последующим анализом результатов
4. Исследование на физической модели асинхронного режима энергосистемы и способов его прекращения.	2	4	2, 4, 5	Выполнение опытов на физической модели с последующим анализом результатов.
5. Исследование на физической модели устойчивости узла асинхронной нагрузки.	1	2	2, 4, 5	Выполнение опытов на физической модели с последующим анализом и обсуждением результатов.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Устойчивость параллельной работы энергосистем. Методы анализа устойчивости.				
1. Расчёт вновь установившегося значения частоты после возникновения небаланса генерирующей мощности.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов на ПК под руководством преподавателя с последующим анализом результатов
2. Расчёт коэффициентов статических характеристик нагрузки.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов под руководством преподавателя с последующим обсуждением.
3. Расчёт переходных процессов в эквивалентной системе при возникновении небаланса генерирующей мощности.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов под руководством преподавателя с последующим обсуждением.
4. Расчёт объёмов автоматической частотной разгрузки.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов под руководством преподавателя с последующим обсуждением результатов.
Дидактическая единица: Управление режимами энергосистемы и системная автоматика				
5. Расчёт уставок АЧР.	1	4	1, 6, 7, 8, 9	Выполнение расчётов на ПК с последующим обсуждением результатов.
6. Расчёт переходных процессов в эквивалентной системе при действии АЧР.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов с последующим обсуждением.
7. Анализ устойчивости энергосистемы методом фазовой плоскости.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов с последующим обсуждением.

8. Анализ динамической устойчивости методом площадей при сложных возмущениях с учётом действия системной автоматики.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов с последующим обсуждением.
9. Расчёт динамического перехода методом численного интегрирования.	1	4	6, 7, 8	Выполнение расчётов с последующим обсуждением.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Подготовка к практическим занятиям	2, 4	16	0
: Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951				
2	Самостоятельное изучение и закрепление материала	2, 4	18	5
: Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951				
3	Подготовка к экзамену	2, 4	26	5
: Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail; Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.4; ПК.12;
Формируемые умения: з1. знать мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся режиму; з2. знать процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем; з3. знать методы анализа устойчивости систем; у1. уметь рассчитывать и анализировать переходные процессы в ЭЭС		
Краткое описание применения: Студенты обсуждают результаты экспериментов		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951 "		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 2	
<i>Подготовка к занятиям:</i>	
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i>	
<i>Лабораторная:</i> Лабораторные работы 1-4	30
Контролирующие материалы приводятся в "Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951 "	
<i>Практические занятия:</i> Практические занятия 1-18	30
Контролирующие материалы приводятся в "Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951 "	
<i>Экзамен:</i>	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951 "	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита Л/Р	Экзамен
ОК.2	з1. знать особенности нестандартных ситуаций и принятия в них решений		+
ОПК.2	з1. знать принципы управления и алгоритмы функционирования техническими объектами		+
ОПК.4	з3. знать методы анализа устойчивости систем		+
ПК.12	з1. знать мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся режиму	+	+
	з2. знать процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем	+	+

	у1. уметь рассчитывать и анализировать переходные процессы в ЭЭС	+	+
	у2. определять параметры схемы и режима длч расчета электромеханических переходных процессов	+	
ПК.2	у1. уметь использовать испытательные установки, измерительные комплексы, средства обработки данных	+	
ПК.25	у1. уметь разрабатывать планы и программы испытаний оборудования, устройств автоматики и релейной защиты на электродинамической модели НГТУ	+	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Долгов А. П. Устойчивость электрических систем : учебное пособие / А. П. Долгов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 174, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000125797
2. Переходные процессы в электрических системах : сборник задач / [Д. В. Армеев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 329, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000204525
3. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / Ю. А. Куликов. - Новосибирск, 2006. - 282 [1] с. : схемы, табл.

Дополнительная литература

1. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник для электроэнерг. спец. вузов. - М., 1985. - 536 с. : ил.
2. Долгов А. П. Режимы электроэнергетических систем : сборник задач [для ФЭН по специальности 1002 "Электротехнические системы и сети"] / А. П. Долгов, А. В. Лыкин, В. М. Чебан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 66, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023711

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Переходные процессы в электрических системах : методические указания к лабораторным работам для 3-5 курсов ФЭН дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. П. Гусев и др.]. - Новосибирск, 2011. - 60, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157951

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Автоматизированная физическая микро модель электроэнергетических систем	исследование переходных процессов в эл. эн. системах

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Переходные режимы электроэнергетических систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.2 способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	з1. знать особенности нестандартных ситуаций и принятия в них решений	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ). Исследование на физической модели асинхронного режима энергосистемы и способов его прекращения. Исследование на физической модели средств управления режимами и противоаварийной автоматики Исследование на физической модели устойчивости узла асинхронной нагрузки.	Лабораторные работы, практические занятия	Экзамен, вопросы.(16 -24, 89 – 96)..
ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	з1. знать принципы управления и алгоритмы функционирования техническими объектами	Методы анализа устойчивости электрических систем. Анализ устойчивости методом малых колебаний. Критерии статической устойчивости. Расчёт уставок АЧР.	Практические занятия	Экзамен, вопросы.(5 – 15,.97– 104).
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	з3. знать методы анализа устойчивости систем	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ).	Практические занятия	Экзамен, вопросы.(85 – 96)
ПК.12/ОУ способность управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка	з1. знать мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся режиму	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ). Исследование на физической модели средств управления режимами и противоаварийной автоматики	Лабораторные работы, практические занятия	Экзамен, вопросы.(1-4, .56 – 68).

ПК.12/ОУ	з2. знать процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем	Исследование статической устойчивости энергосистемы на физической модели Методы анализа устойчивости электрических систем. Анализ устойчивости методом малых колебаний. Критерии статической устойчивости.	Лабораторные работы, практические занятия	Экзамен, вопросы.(25 – 36)..
ПК.12/ОУ	у1. уметь рассчитывать и анализировать переходные процессы в ЭЭС	Расчёт вновь установившегося значения частоты после возникновения небаланса генерирующей мощности.	Практические занятия	Экзамен, вопросы (69 – 84)...
ПК.12/ОУ	у2. определять параметры схемы и режима для расчета электромеханических переходных процессов	Анализ динамической устойчивости методом площадей при сложных возмущениях с учётом действия системной автоматики. Анализ устойчивости энергосистемы методом фазовой плоскости. Расчёт вновь установившегося значения частоты после возникновения небаланса генерирующей мощности. Расчёт динамического перехода методом численного интегрирования. Расчёт коэффициентов статических характеристик нагрузки. Расчёт объёмов автоматической частотной разгрузки. Расчёт переходных процессов в эквивалентной системе при возникновении небаланса генерирующей мощности. Расчёт переходных процессов в эквивалентной системе при действии АЧР. Расчёт уставок АЧР.	Практические занятия	Экзамен, вопросы.37 – 55),...
ПК.2/НИ способность самостоятельно выполнять исследования	у1. уметь использовать испытательные установки, измерительные комплексы, средства обработки данных	Исследование динамической устойчивости на физической модели. Исследование статической устойчивости энергосистемы на физической модели	Лабораторные работы, практические занятия	Экзамен, вопросы..(83 – 93).
ПК.25/ПТ способность разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем	у1. уметь разрабатывать планы и программы испытаний оборудования, устройств автоматики и релейной защиты на электродинамической модели НГТУ	Исследование на физической модели средств управления режимами и противоаварийной автоматики Расчёт уставок АЧР.	Лабораторные работы, практические занятия	Экзамен, вопросы.(5 – 15, 84 – 89, 101 – 105,).

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который

направлен на оценку сформированности компетенций ОК.2, ОПК.2, ОПК.4, ПК.12/ОУ, ПК.2/НИ, ПК.25/ПТ.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим 2 вопроса.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.2, ОПК.2, ОПК.4, ПК.12/ОУ, ПК.2/НИ, ПК.25/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Переходные режимы электроэнергетических систем», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется из двух вопросов (список вопросов приведен ниже – п.4). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 5).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Переходные режимы электроэнергетических систем»

Вопрос 1 Как влияет коэффициент демпфирования на характер движения ротора генератора после возмущения, не приводящего к нарушению устойчивости
Вопрос 2. Как влияет величина индуктивного сопротивления между источником питания и АД на устойчивость работы АД?

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 20 до 29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *от 30 до 35 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 36 до 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Переходные режимы электроэнергетических систем»

1. Изменение во времени тока статора и ротора синхронного генератора при трехфазном КЗ на его выводах.
2. Коэффициент запаса устойчивости.
3. Векторная диаграмма синхронного генератора (неявнополюсного, явнополюсного). Схемы замещения машины в разные моменты переходного процесса.
4. Постоянная механической инерции синхронного генератора. Определение и физический смысл. Участие в уравнении движения.
5. Система относительных и именованных единиц и их использование при расчете ТКЗ.
6. Статическая устойчивость. Метод малых колебаний.
7. Аналитический расчет установившегося тока 3-хфазного КЗ в простейшей цепи при наличии и отсутствии АРВ (форсировка, гашение поля).
8. Устойчивость нагрузки. Лавина напряжения. Учет нагрузки в расчетах.
9. Трехфазное КЗ в простейшей неразветвленной сети, подключенной к источнику неизменного напряжения. Составляющие тока КЗ
10. Особенности расчета динамической устойчивости при несимметричных возмущениях. Метод площадей.
11. Несимметричные КЗ. Однофазное КЗ.
12. Динамическая устойчивость. Метод площадей.
13. Условие возникновения наибольшего мгновенного тока КЗ. Ударный ток.
14. Собственные и взаимные сопротивления узлов электрических систем, их определение и использование в расчетах устойчивости и предела мощности.
15. Расчет ТКЗ при замещении части схемы системой бесконечной или ограниченной (заданной) мощности. Ударный ток.
16. Метод последовательных интервалов в расчетах динамической устойчивости.
17. Основы метода симметричных составляющих. Расчет несимметричных и симметричных КЗ.
18. Меры повышения динамической устойчивости (перечисление, анализ, их сопоставление).

19. Изменение ЭДС E_q , E'_q при трехфазном КЗ на шинах генератора, их связь с потоками машины.
20. Меры повышения динамической устойчивости; регулированием турбины, электрическое торможение.
21. ЭДС E_{qe} синхронного генератора и ее использование при расчете переходного процесса. Система возбуждения.
22. Меры повышения устойчивости. Коэффициент запаса статической устойчивости, замещение генераторов в расчетах устойчивости.
23. Причины возникновения ПП в электрической системе. Характер процессов при разных возмущениях, при условиях сохранения и потери устойчивости.
24. Расчет динамической устойчивости.
25. Несимметричные КЗ. Двухфазное КЗ.
26. Характеристика активной мощности генератора при $X_d=X_q$ и $X_d \neq X_q$. Предел активной мощности без АРВ и с АРВ ($r=0$, $g=0$).
27. Векторная диаграмма явно-полусного и неявнополусного генератора, их построение.
28. Характеристика мощности генератора при сложной связи с мощной системой.
29. Несимметричные КЗ. Двухфазное КЗ на землю.
30. Меры повышения динамической устойчивости. Влияние вида КЗ на ДУ. Изменение режимов нейтрали трансформаторов.
31. Сверхпереходные ЭДС и сопротивления синхронных машин и их использование при расчетах КЗ.
32. АПВ, его влияние на динамическую устойчивость. Меры повышения ДУ.
33. Учет сопротивления дуги при различных видах КЗ.
34. Расчет динамической устойчивости методом последовательных интервалов ($E'=\text{const}$).
35. Переходной процесс в синхронной машине при трехфазном КЗ на его выводах. Соотношения магнитных потоков.
36. Меры повышения динамической устойчивости. Повышение динамической устойчивости путем отключения части генераторов или нагрузки.
37. Внезапное КЗ на шинах синхронной машины. Получение условий наибольшего начального значения апериодической составляющей и ее влияние на ток ротора генератора.
38. Дифференциальное уравнение движения ротора генератора при больших возмущениях. Определение угловой характеристики генератора. Баланс моментов на валу машины.
39. Особенности электромагнитных переходных процессов и их расчет в системах электроснабжения и сетях низкого напряжения до 1000В (Особенности протекания и расчета)
40. Определение предельного угла отключения КЗ.
41. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательностей элементов электрических схем.
42. АРВ как средство повышения статической устойчивости. Искусственная устойчивость.
43. Трансформация напряжений и токов различных последовательностей.

44. Гашение поля ротора генератора. Форсировка возбуждения.
45. Порядок расчета электромагнитного процесса: КЗ, XX, повторное КЗ, АГП, Форсировка.
46. Действительный предел мощности.

5. Дополнительные вопросы к экзамену по дисциплине «Переходные режимы электроэнергетических систем»

1. Чем определяется минимальное время бестоковой паузы АПВ?
2. Какое назначение АРВ?
3. Чем отличается АРВ сильного действия от АРВ пропорционального действия?
4. Чем вызвана необходимость автоматического регулирования частоты?
5. Какое назначение АЧР?
6. Что такое "лавины частоты"?
7. Что такое "лавины напряжения" в узле нагрузки?
8. Что характеризует "регулирующий эффект нагрузки" по частоте?
9. Какое назначение АЧР1?
10. Какое назначение АЧР2?
11. Какое назначение дополнительной разгрузки?
12. Какое назначение ЧАПВ?
13. Зачем при понижении частоты в энергосистеме предусматривается отделение собственных нужд тепловых электростанций?
14. Какое назначение автоматического частотного пуска на ГЭС?
15. Что понимается под статической устойчивостью параллельной работы генераторов?
16. Что понимается под динамической устойчивостью параллельной работы генераторов?
17. Что понимается под результирующей устойчивостью?
18. Как влияет автоматическое регулирование возбуждения генераторов на устойчивость их параллельной работы?
19. Почему сокращение длительности короткого замыкания способствует повышению устойчивости параллельной работы генераторов?
20. В каком случае отключение части генераторов способствует повышению динамической устойчивости энергосистемы?
21. Назовите характерные признаки асинхронного хода в энергосистеме?
22. В чём состоит опасность асинхронного хода в энергосистеме?
23. Какие существуют способы ликвидации асинхронного хода?
24. Что такое центр качаний энергосистемы?
25. Как выглядит на фазовой плоскости движение консервативной системы с положительной восстанавливающей силой?
26. Как выглядит на фазовой плоскости движение диссипативной системы с положительной восстанавливающей силой?
27. Что представляет собой особая точка типа "центр"?
28. Что представляет собой особая точка типа "седло"?
29. Что представляет собой особая точка типа "фокус"?
30. Что представляет собой особая точка типа "узел"?

31. Как выглядит на фазовой плоскости движение системы с вязким трением?
32. Как влияет коэффициент демпфирования на характер движения ротора генератора после возмущения, не приводящего к нарушению устойчивости
33. Какие преимущества и недостатки метода фазовой плоскости?
34. По какой физической причине колебания роторов генераторов в энергосистеме после возмущения затухают?
35. Что такое сепаратриса?
36. Как зависит характер движения системы от начальных условий?
37. Дайте определение T_j .
38. Почему ток возбуждения синхронного генератора в переходном процессе имеет периодическую составляющую?
39. Почему в переходном процессе в статорных обмотках синхронного генератора появляется апериодическая составляющая тока?
40. Сформулируйте правило площадей.
41. Запишите уравнение движения ротора генератора.
42. Как влияет быстроедействие выключателей на динамическую устойчивость энергосистемы?
43. Как влияет АПВ на динамическую устойчивость?
44. Как влияет форсировка возбуждения на динамическую устойчивость энергосистемы?
45. Почему в первый момент возмущения при резком изменении электромагнитной мощности угол δ не меняется?
46. Что такое "предельное время" отключения КЗ?
47. Чем опасен асинхронный режим для генератора?
48. Чем опасен асинхронный режим для нагрузки?
49. Как изменяется напряжение в центре качаний энергосистемы при асинхронном ходе?
50. Что такое ударный ток КЗ?
51. Чем определяется скорость затухания апериодической составляющей тока КЗ синхронного генератора?
52. Что такое "критическое значение" угла электропередачи $\delta_{кр}$?
53. Что такое "электрическое торможение" генератора?
54. Для чего и когда применяется ОГ?
55. В чём состоит отличие электромагнитных переходных процессов от электромеханических?
56. Что такое регулирующий эффект активной нагрузки по частоте **K_{af}** ?
57. Что такое регулирующий эффект активной нагрузки по напряжению **K_{au}** ?
58. Что такое регулирующий эффект реактивной нагрузки по частоте **K_{pf}** ?
59. Какой тип нагрузки преобладает в энергосистемах?
60. Почему при расчёте динамической устойчивости электрических систем механический вращающий момент турбины принимают постоянным?
61. Что такое "горячий резерв" активной мощности на электростанции?
62. Что означает термин "консервативная" система?
63. Что означает термин "диссипативная" система?

64. Возможно ли в энергосистеме отрицательное значение коэффициента демпфирования?
65. Как влияют демпферные обмотки синхронных генераторов на характер протекания электромеханических переходных процессов в энергосистеме?
66. К какому виду дифференциальных уравнений относится уравнение движения ротора генератора?
67. Имеет ли уравнение движения ротора генератора аналитическое решение? Если “да”, то в каком случае?
68. Когда наступает установившийся режим КЗ?
69. Дайте определение T_{do} .
70. Дайте определение $T'd$.
71. Дайте определение $T''d$.
72. Дайте определение T_a .
73. Почему установившийся ток КЗ синхронного генератора меньше начального?
74. Расположите сопротивления X_d , $X'd$, $X''d$ в порядке возрастания.
75. Форсировка возбуждения увеличивает ток КЗ или уменьшает?
76. Что такое – статическая характеристика нагрузки?
77. Физический смысл регулирующего эффекта нагрузки.
78. Физический смысл критического напряжения для асинхронного двигателя.
79. В чем причина явления опрокидывания АД?
80. Как влияет величина индуктивного сопротивления между источником питания и АД на устойчивость работы АД?
81. За счёт чего АД “подпитывает” ток КЗ?
82. Почему ток АД с короткозамкнутым ротором при пуске намного больше тока нормального установившегося режима?
83. В каком случае пусковой ток АД больше: при пуске АД на холостом ходу или под нагрузкой?
84. В каком случае время пуска больше: при пуске АД на холостом ходу или под нагрузкой?
85. Как определяется коэффициент запаса статической устойчивости по активной мощности?
86. Как влияет ток возбуждения СГ на предел передаваемой мощности электропередачи?
87. Какие факторы влияют на предел передаваемой мощности электропередачи?
88. Критерий статической устойчивости простейшей электропередачи?
89. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина без АРВ?
90. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ пропорционального действия?
91. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ сильного действия?
92. Как в расчётах динамической устойчивости замещается синхронная машина без АРВ?
93. Как в расчётах динамической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ пропорционального действия?

94. Как в расчётах динамической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ сильного действия?
95. Что такое самозапуск двигательной нагрузки ?
96. Наличие у синхронного генератора демпферных контуров увеличивает или уменьшает величину ударного тока?
97. Как влияют нерегулярные колебания мощности на величину коэффициента запаса статической устойчивости?
98. Что показывает предельно допустимая частотно-временная зона ?
99. Почему не допускается работа турбоагрегата при частоте ниже 45Гц?
100. Дайте определение постоянной времени изменения частоты энергосистемы T_f ?
101. Что означает термин "раздельное" действие АЧР1 и АЧР2?
102. Что означает термин "совмещение" действия АЧР1 и АЧР2?
103. Как формулируется закон электромагнитной инерции?
104. К чему приводит нарушение баланса активной мощности на валу синхронного генератора?
105. В каком случае при 3-х фазном коротком замыкании СГ в фазном токе статорной обмотки отсутствует апериодическая составляющая?